

Выводы

На основе аналогии между строением магнитного поля и электростатическим полем разработана методика, обеспечивающая хорошую сходимость данных расчета с экспериментальными данными для магнитного поля, генерируемого УВ ПОМП.

Список использованных источников:

1. Устройства ввода поперечного магнитного поля для процессов дуговой сварки и наплавки (обзор) / А.Д. Размышляев [и др.] // Автоматическая сварка. – 2013. – №1. – С. 1-5.
2. Бессонов А.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле / А.А. Бессонов. – М.: Высшая школа, 1986. – 263 с.

Bibliography:

1. Input of transversal magnetic field units for the processes of arc welding and submerged-arc (review) // A.D. Razmyshljaev [and other] // Avtomaticheskaya svarka. – 2013. – №1. – P. 1-5. (Rus.)
2. Bessonov L.A. Theory of electrical engineering. Electromagnetic field / L.A. Bessonov. – M: Vysshaya shkola, 1986. – 263 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Чигарев
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 26.03.2014

УДК 621.791.927.5

© Размышляев А.Д.¹, Ярмонов С.В.², Выдмыш П.А.³

**ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОЙ
ПРОВОЛОКИ ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ ПОД ФЛЮСОМ**

Исследована производительность процесса расплавления электродной проволоки при дуговой наплавке под флюсом на обратной полярности в поперечном магнитном поле (ПОМП) в диапазоне частот 0,5...50 Гц. Показано, что максимальное повышение коэффициента расплавления проволоки (α_p) происходит при наплавке с воздействием постоянного магнитного поля. Эффект влияния снижается при увеличении частоты до 12 Гц, практически не изменяется при увеличении частоты поля до 25 Гц и незначительно увеличивается при дальнейшем увеличении частоты поля до 50 Гц. Максимальное повышение α_p проволок составляет 30...35 % при величине поперечной составляющей индукции 30 мТл постоянного ПОМП.

Ключевые слова: дуговая наплавка, поперечное магнитное поле, индукция магнитного поля.

Размышляев О.Д., Ярмонов С.В., Видмыш П.О. Вплив частоти поперечного магнітного поля на продуктивність розплавлення електродного дроту при дуговому наплавленні під флюсом. Досліджено продуктивність процесу розплавлення електродного дроту при дуговому наплавленні під флюсом на зворотній полярності в поперечному магнітному полі (ПОМП) в діапазоні частот 0,5...50 Гц. Показано, що максимальне підвищення коефіцієнта розплавлення дроту (α_p) відбувається при наплавленні з впливом постійного магнітного поля. Ефект впливу знижується при збільшенні частоти до 12 Гц, практично не змінюється при збільшенні частоти

¹ д-р техн. наук, професор ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

² аспірант, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

³ аспірант, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

ти поля до 25 Гц і незначно збільшується при подальшому збільшенні частоти поля до 50 Гц. Максимальне підвищення α_p дротів становить 30 ...35 % при величині поперечної складової індукції 30 мТл постійного ПОМП.

Ключові слова: дугове наплавлення, поперечне магнітне поле, індукція магнітного поля.

O.D. Razmyshlyayev, S.V. Yarmonov, P.O. Vydmysh. Influence of the frequency of transverse magnetic field upon productivity of electrode wire melting at submerged arc surface deposition. Analyzed was the efficiency of the process of electrode wire melting at submerged arc surface deposition at reverse polarity in transverse magnetic field (TMF) within 0.5-50 Hz frequency range. It was proved that the highest increase in coefficient of wire melting (α_p) was observed at deposition under the influence of constant magnetic field. The effect of such influence was lowered after frequency increase up to 12 Hz, it remained practically unchanged, following the increase up to 25 Hz, and was but slightly raised following field frequency increase up to 50 Hz. The highest increase of the wires α_p was 30...35 %, the value of transverse constituent induction being 30 mT of the constant TMF.

Key words: arc surface deposition, transverse magnetic field, magnetic field induction.

Постановка проблеми. При дугової сварки і наплавки проволочною под флюсом важною проблемою являється підвищення продуктивності процесу расплавлення електродного металу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив поперечного магнітного поля (ПОМП) на коефіцієнт расплавлення проволочки (α_p) діаметром 1,8...2,0 мм при наплавці под флюсом вперше розглянуто в роботі [1]. В цій роботі встановлено, що вплив ПОМП призводить до незначительного збільшення коефіцієнта расплавлення електродної проволочки (α_p), а саме з 11,7 до 12,2 г/А·ч. При наплавці под флюсом звичайно застосовують електродні проволочки діаметром 3...5 мм. В роботі [2] досліджували вплив ПОМП на α_p електродних проволочок діаметром 3...5 мм. Показано, що при дугової наплавці под флюсом збільшення індукції в зоні под торцем електрода як постійного, так і змінного частотою 50 Гц ПОМП підвищує коефіцієнт расплавлення проволочок з ферромагнітних і немагнітних матеріалів в однаковій ступені. Дані про вплив ПОМП в діапазоні частот до 50 Гц на α_p електродних проволочок діаметром 3...5 мм в даний час відсутні. Ці дані необхідні з метою досягнення максимальної продуктивності дугової наплавки под флюсом.

Ціль статті – визначення впливу частоти ПОМП на коефіцієнт расплавлення електродної проволочки при дугової наплавці под флюсом.

Изложение основного материала. Для створення управляючого ПОМП розроблено пристрій, схема якого приведена на рис. 1.

Пристрій представляє собою магнітопровід (4), що складається з трьох частин. Два нахилні частини, на яких розміщені котушки (7), а також горизонтальна частина, з'єднана з нахилними частинами за допомогою болтових з'єдинень (8). Магнітопровід зібраний з пластин електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм. Сечення набору 30 мм × 20 мм. Дві котушки виконані двохшарно з мідного ізолюваного провідника діаметром 2 мм. Кількість витків однієї котушки становила $W = 70$. Пристрій, що генерує ПОМП, кріпився до зварочного автомату типу АДС – 1002 за допомогою хомутов. При цьому магнітопровід (4) ізолювався від автомату ізолятором (5). Автомат дозволяв змінювати параметр H (вилет електрода), т.е. відстань між токопідводящими губками (2) і пластиною (6), а також h – відстань від торців магнітопроводу (4) до поверхні пластини. Електродна проволочка (1) проходила через мундштук (3). На рис. 1 приведена також система координат, прийнята для дослідження магнітного поля. При цьому початок координат розташовувався на поверхні пластини под осью електрода.

Для створення ПОМП в котушках пристрою пропускався постійний струм від зварочного випрямляча типу ВСЖ-303, змінний струм від зварочного трансформатора типу ТМ-402 і від джерела УЭМП – 1 для створення ПОМП частотою до 12 Гц (включительно). Вимірювання ком-

понтент индукции B_x и B_z выполняли универсальным тесламетром 43205 с датчиком Холла с измерительной базой $0,9 \times 0,9$ мм. Измерения проводились при $Z = 0$, $Y = 0$ в точках $X = 0$; $X = 5$ мм; $X = 10$ мм; $X = 15$ мм; $X = 20$ мм. Расстояние от торца электрода до поверхности пластины Δ выдерживали постоянным ($\Delta = 5$ мм). При этом величина вылета электрода была равна $H = 25$ мм (и размер $h = 25$ мм), а расстояние между нижними торцами магнитопровода по горизонтали $a = 35$ мм. В исследованиях индукции магнитного поля использовались проволоки Св-08ГА и Св-12Х18Н10Т диаметром 3, 4 и 5 мм, а в качестве основного металла-пластины из стали Ст.12Х18Н10Т.

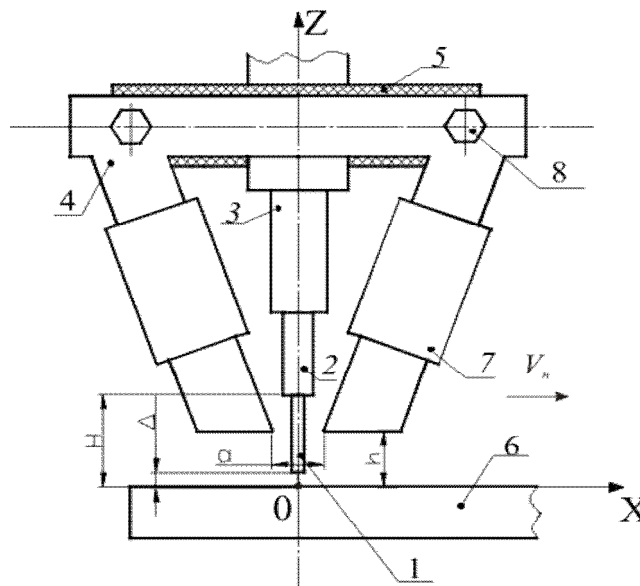


Рис. 1 – Схема устройства для создания ПОМП: 1 – электродная проволока; 2 – токоподводящие губки; 3 – мундштук; 4 – магнитопровод; 5 – изолятор; 6 – изделие (пластина); 7 – катушки; 8 – болтовые соединения

Было установлено, что значения индукций B_z , B_x практически линейно возрастают (во всех точках вдоль оси OX) при увеличении тока в катушках устройства, генерирующего ПОМП. При токе в катушках $I_k = 60$ А в зоне под торцом электрода уровень индукции B_x составлял 30...40 мТл, который достаточен для управления переносом капель электродного металла. Компонента индукции B_z в зоне под торцом электрода была весьма незначительной, порядка 2...3 мТл.

Влияние ПОМП на коэффициент расплавления электродного металла (α_p) при дуговой наплавке определяли по стандартной методике (методом взвешивания).

Экспериментальные наплавки выполняли автоматом АДС-1002 с независимой от напряжения дуги скоростью подачи электрода от выпрямителя ВДУ-1202 (с падающей внешней характеристикой) на обратной полярности на пластины из стали Ст. 12Х18Н10Т проволоками Св-08ГА под флюсом АН-348А и под флюсом АН-26П при наплавке проволоками Св-12Х18Н10Т. Наплавки выполняли с воздействием и без воздействия ПОМП. Запись параметров режима наплавки (I_n , U_d) осуществляли самопишущими приборами типа Н 390. Во всех экспериментах параметры режима наплавки без воздействия ПОМП устанавливались предварительно по стрелочным приборам и они составляли: для $d_3 = 3$ мм - $I_n = 340 \dots 350$ А; $d_3 = 4$ мм: - $I_n = 460 \dots 480$ А; $d_3 = 5$ мм: $I_n = 700 \dots 720$ А (при одинаковых значениях напряжения дуги $U_d = 30 \dots 32$ В и скорости наплавки $V_n = 27$ м/ч). Поскольку при включении ПОМП ток наплавки уменьшался, то в этом случае увеличивали скорость подачи электродной проволоки, чтобы напряжение дуги находилось в пределах $U_d = 30 \dots 32$ В. Продолжительность процесса наплавки составляла не менее 30 с. На каждом режиме выполняли по 3 наплавки.

Установлено, при наплавке без воздействия ПОМП коэффициент расплавления электродного металла (α_p) всех указанных диаметров проволок Св-08ГА при указанных параметрах

режима наплавки составлял 12,5 г/(А·ч), а проволока Св-12Х18Н10Т 13,2 г/(А·ч), При этом α_p электродов из ферромагнитного материала (Св-08ГА) и немагнитного материал (Св-12Х18Н10Т) повышался практически в одинаковой степени при увеличении индукции как постоянного, так и переменного частотой 50 Гц ПОМП. Данные об относительном повышении значений α_p проволока при наплавке с воздействием ПОМП по отношению к значениям α_p проволока при наплавке без ПОМП ($\Delta \alpha_p/\alpha_p$) приведены на рис. 2.

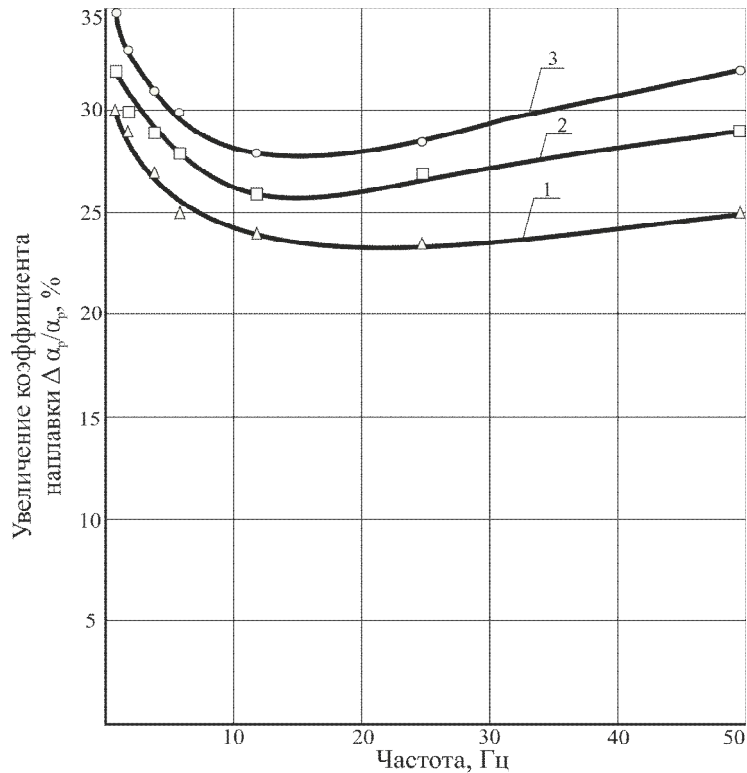


Рис. 2 – Влияние частоты ПОМП на повышение коэффициента расплавления электродных проволочек $\Delta \alpha_p/\alpha_p$ ($U_0 = 30 \dots 32$ В; $V_n = 27$ м/ч): 1 – $d_3 = 3$ мм, $I_n = 340 \dots 350$ А; 2 – $d_3 = 4$ мм, $I_n = 460 \dots 480$ А; 3 – $d_3 = 5$ мм, $I_n = 700 \dots 720$ А

Указанные изменения показателя $\Delta \alpha_p/\alpha_p$ при частотах ПОМП до 12 Гц можно объяснить тем, что источник УЭМП – 1 при частоте до 12 Гц генерирует знакопеременные прямоугольные импульсы с постоянным (неизменным) временем переключения полярности импульсов, составлявшим 0,02 с. При увеличении частоты ПОМП до 12 Гц по отношению к длительности импульсов возрастает относительное время пауз, что снижает эффективность повышения α_p электродных проволочек. При воздействии ПОМП промышленной частоты (50 Гц) переключение полярности импульсов происходит без временных пауз, что более эффективно сказывается на повышении показателя $\Delta \alpha_p/\alpha_p$. По всей видимости при уровне индукции ПОМП 30 мТл для удаления капли с торца электрода достаточен импульс длительностью 0,01 с (то есть, длительностью полупериода частоты 50 Гц). В связи с этим можно предположить, что при увеличении длительности пауз знакопеременного ПОМП эффект повышения α_p электродных проволочек при дуговой наплавке будет уменьшаться. Однако, этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Следует отметить, что процесс наплавки проволокой под флюсом с воздействием ПОМП позволяет уменьшить затраты электроэнергии на наплавку до 30...35 %, т. е. является энерго-сберегающим процессом.

Выводы

1. При дуговой наплавке под флюсом увеличение индукции в зоне под торцом электрода как постоянного, так и переменного ПОМП частотой от 0,5 до 50 Гц повышает коэффициент расплавления проволочек из ферромагнитных и немагнитных материалов в одинаковой сте-

пени.

2. Максимальное относительное повышение α_p проволок диаметрами 3, 4, 5 мм при наплавке с уровнем индукции $B_x = 30$ мТл постоянного ПОМП составляет соответственно: 30, 32, 35 %. При воздействии знакопеременного ПОМП частотой от 0,5 до 12 Гц показатель $\Delta \alpha_p / \alpha_p$ уменьшается, стабилизируясь при частоте 25 Гц, составляя соответственно значения 23, 27, 29 %, и повышается при увеличении частоты до 50 Гц до значений 25, 29, 32 %.

Список использованных источников:

1. Влияние внешнего электромагнитного поля на скорость плавления электродной проволоки при автоматической наплавке под флюсом / П.А. Иофинов [и др.] // Сварочное производство. – 1991. – № 1. – С. 34-35.
2. Производительность расплавления электродной проволоки при дуговой наплавке под флюсом с воздействием поперечного магнитного поля / А.Д. Размышляев [и др.] // Автоматическая сварка. – 2011. – № 5. – С. 48-51.

Bibliography:

1. The influence of an external electromagnetic field on the rate of melting of the electrode wire for automatic submerged arc surfacing / P.A. Iofinov [and other] // Svarochnoe proizvodstvo. – 1991. – № 1. – P. 34-35. (Rus.)
2. Electrode wire melting productivity of at arc surfacing under a flux with transversal magnetic field influence / A.D. Razmyshljaev [and other] // Avtomaticheskaya svarka. – 2011. – № 5. – P. 48-51. (Rus.)

Рецензент: В.А. Роянов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 19.02.2014